Aus dem Anatomischen Institut der Universität Tübingen
Direktor: Professor Dr. med. W. Graumann

Mengenverhältnisse und Winkel der links- und rechtsläufigen Fasern in den Lendenwirbelbandscheiben

Inaugural-Dissertation
zur Erlangung des Doktorgrades
der Medizin
einer Hohen Medizinischen Fakultät
der Eberhard-Karls-Universität
zu Tübingen

vorgelegt von
Haidar Rahimi
aus Isfahan

1969

Aus dem Anatomischen Institut der Universität Tübingen
Direktor: Professor Dr. med. W. Graumann

Mengenverhältnisse und Winkel der links- und rechtsläufigen Fasern in den Lendenwirbelbandscheiben

Inaugural-Dissertation
zur Erlangung des Doktorgrades
der Medizin
einer Hohen Medizinischen Fakultät
der Eberhard-Karls-Universität
zu Tübingen

vorgelegt von
Haidar Rahimi
aus Isfahan

1969

UNIV.
LEIDEN
BIBL.

Dekan: Professor Dr. J. Hirschmann

Berichterstatter: Professor Dr. H. Feneis

FOTODRUCK PRÄZIS Barbara v. Spangenberg KG · Tübingen

Inhaltsverzeichnis :

Einleitung	Seite	1
Material und Methode	"	4
Befunde	"	6
a) Mengenverhältnisse	"	6
b) Faserwinkel	"	8
Zusammenfassung	"	14
Literaturverzeichnis	"	16

Mengenverhältnisse und Winkel der links- und rechtsläufigen Fasern in den Lendenwirbelbandscheiben.

I Einleitung

Der Faserverlauf in den Bandscheiben ist durch makroskopische Praeparation gut darstellbar und daher schon seit mehr als 150 Jahren bekannt und beschrieben. Überrascht ist man, wenn man liest, daß der sehr anerkannte Anatom Hyrtl 1878 schreibt, die Fasern würden vertikal und horizontal verlaufen. Diese unrichtige Darstellung hat sich verständlicherweise nicht halten können. Quantitative Angaben über die Bandscheiben finden sich ebenfalls schon sehr frühzeitig, doch beziehen sie sich lediglich auf die Bandscheibendicken, nicht auf die einzelnen Fasern (Wilhelm und Eduard Weber 1839). Über die Entwicklung der Wirbelsäule und damit auch gleichzeitig der Bandscheiben haben Töndury und seine Schüler in der Jetztzeit eingehende Untersuchungen durchgeführt. Wesentli ch neue Befunde über den Bau der Bandscheibe sind aber nicht hinzugekommen. Vor allem fehlt es an Meßwerten über die Struktur der Bandscheibe, zumal diese von der Funktion her interessant sein können.

Da die sich kreuzenden Bindegewebsfasern der Bandscheibe schraubig um den Nucleus pulposus verlaufen, könnte es sehr wohl sein, daß sie abhängig von der Rechts- oder Linkshändigkeit in der einen Richtung stärker ausgebildet sind, als in der anderen. Ebenso, wie es eine Rechts- und Linkshändigkeit gibt, sind auch die Beine verschiedenrangig. Auch hier wäre denkbar, daß durch einseitig stärkere Beanspruchung eine Faserrichtung stärker ausgeprägt wäre,

als die andere.

Außerdem läßt die Form der Gelenkflächen in der Lendenwirbelsäule ein Vorgleiten des oberen Wirbels gegen den unteren nicht zu, wohl aber ein Gleiten nach rückwärts. Es würde nicht überraschen, wenn sich diese stärkere Beanspruchung in einer Richtung im Aufbau der Bandscheibe wiederspiegeln würde.

Mit der Frage nach dem quantitativen Verhalten der Fasern in einer und in der anderen Richtung haben wir noch die Frage nach dem Faserwinkel verknüpft.

Von der Funktion und Leistung her gesehen, können flach verlaufende Fasern, mit kleinem Winkel also, besser Drehbewegungen um eine vertikale Achse und außerdem zweitens Horizontalschübe eines Wirbelkörpers gegen den andern abfangen. Distanzvergrößerungen benachbarter Wirbelkörper lassen diese Fasern hingegen besser zu. Umgekehrt sind Fasern mit steilem Winkel besser geeignet, Distanzvergrößerungen abzubremsen, d.h. die benachbarten Wirbelkörper in vertikaler Richtung festzuhalten. Sie sind dagegen nicht so sehr geeignet, Drehbewegungen um die Vertikalachse und Horizontalschübe abzufangen.

Im einzelnen wird es angebracht sein, folgende Fragen zu prüfen:

a) in bezug auf die Mengenverhältnisse:

1.) Ob die rechts- und linksläufigen Fasern am gesamten Material gleich verteilt sind.

2.) Ob sie bei allen Individuen in gleicher Weise verteilt sind.

3.) Ob einzelne Bandscheiben verschiedene Mengenverhältnisse rechts- und linksläufiger Fasern aufweisen.

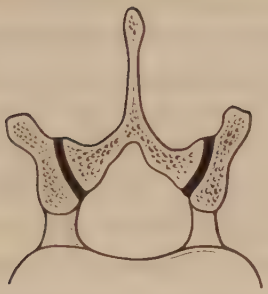

Abb. 1 Horizontalschnitt durch die Wirbelgelenke zwischen LII und LIII. Die Form der Gelenkflächen läßt eine Luxation des nächsthöheren Wirbels nur nach dorsal zu.

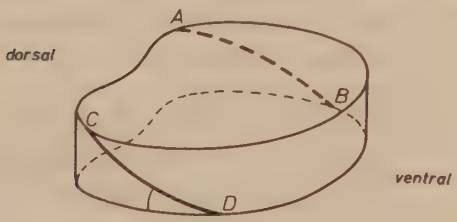

Abb. 2. Schematische Darstellung zweier Fasern (AB u. CD) in einer Bandscheibe. Die Faser AB ist rechtsläufig und würde eine Linksdrehung des nächsthöheren Wirbels abfangen. Umgekehrt würde die linksläufige Faser CD eine Rechtsdrehung des nächsthöheren Wirbels hemmen. Beide Fasern zusammen würden einen Horizontalschub des nächsthöheren Wirbels nach dorsal verhindern.

4.) Ob die einzelnen Quadranten sich in dem Mengenverhältnis von rechts- und linksläufigen Fasern unterscheiden.

b) in bezug auf die Faserwinkel :

1.) Wie groß der Durchschnittswinkel ist und zwischen welchen extremen Werten dieser Mittelwert liegt.

2.) Soll festgestellt werden, ob individuelle Unterschiede bestehen.

3.) Soll auf Unterschiede zwischen den einzelnen Bandscheiben geachtet werden.

4.) Ist zu prüfen, ob Unterschiede zwischen den einzelnen Quadranten einer Bandscheibe bestehen.

5.) Ist das Augenmerk auf Unterschiede zwischen rechts- und linksläufigen Fasern zu richten.

6.) Soll die Frage beantwortet werden, ob die Faserwinkel peripher gelegener und zentral gelegener Fasern gleich oder völlig verschieden sind.

II Material und Methode

Die erforderlichen Messungen sind sehr umfangreich und zeitraubend. Untersucht wurden 22 Wirbelsäulen aus dem Praepariersaal. Sie entstammten Personen im Alter von 28 bis 75 Jahren. Bei einer dieser Wirbelsäulen waren die Bandscheiben so stark degeneriert, daß sie schlecht zu verwerten waren. Die angegebenen Zahlen für

die Bandscheiben beziehen sich auf den nächsthöheren Wirbelkörper, sodaß I die Bandscheibe zwischen dem ersten und zweiten Lendenwirbelkörper bezeichnet; V wäre die Bandscheibe zwischen LV und Os sacrum. Da das örtliche Verhalten der Fasern von Bedeutung sein kann, haben wir die Bandscheiben in vier Quadranten eingeteilt, sodaß ein ventraler einem dorsalen Quadranten gegenübersteht und außerdem die Befunde des rechten und linken Quadranten getrennt wiedergegeben werden konnten.

Für die Messung und Praeparation wurden die benachbarten Wirbelkörper durchsägt und der Knochen bis auf den Bandscheibenbeginn abgefräst. Durch Praeparation, Messung und anschließende Entfernung der gemessenen Fasern gelangten wir dann stufenweise in die Tiefe.

Die Bestimmung der Faserwinkel erfolgte mit dem Zeiss´schen Okulargoniometer. Hierbei handelt es sich um ein mit einem Fadenkreuz versehenes Okular, dessen Drehungen sich an einer Skala mit Noniuseinteilung ablesen lassen. Das Goniometer wurde in Verbindung mit dem Zeiss-Optonschen binocularen Praepariermikroskop benutzt. Die zu der untersuchten Bandscheibe gehörende caudale Basalplatte gilt als Nullinie, zu der die Fasern in einem meßbaren Winkel verlaufen. Für die Messung müssen nacheinander die Basalplatte als Nullinie und dann die Bindegewebsfaser mit der Orientierungslinie im Okular zur Deckung gebracht werden. Das wurde durch Parallelverschiebung mit Hilfe des Schlittens eines alten Mikrotoms erreicht, auf dem die Bandscheibe mit einer besonderen Halterung befestigt war.

Nachdem der Winkel bestimmt war, wurde die gemessene Faserschicht abgetragen und in ein leichtes Papierkästchen getan, das die Bezeichnung der Bandscheibe, des Segments und der Verlaufsrichtung trug. Auf diese Weise sind alle Fasern gleicher

Verlaufsrichtung jeden Segmentes gesammelt worden und bis zur Gewichtskonstanz in einem Thermostaten bei 60^{o} getrocknet. Das Gewicht der rechts- und linksläufigen Fasern, miteinander verglichen, ergab dann das Mengenverhältnis innerhalb eines Segments. Es lassen sich aber natürlich ebensogut die Fasern der einzelnen Segmente, Bandscheiben, Individuen usw. miteinander vergleichen.

Man kann bezweifeln, ob die Methode, die Fasermenge durch das Trockengewicht zu bestimmen, genau genug ist. Denn man weiß, daß das Wasser aus den Fasern nicht vollständig entfernt wird, sondern daß durch Verkrustung der Oberfläche ein mit Alkohol extrahierbarer Wasserrest im Gewebe zurückbleibt. Dieser zurückbleibende Rest muß bei verschieden dicken Fasern auch verschieden sein. Er beträgt aber nur 2 % und da bei der hier vorliegenden Untersuchung keine quantitativen Angaben über den Wassergehalt gemacht werden sollen, sondern nur das Verhältnis der Fasermengen geprüft wird, dürfte ein dadurch zustande kommender Fehler, daß zufällig die eine Gruppe der Fasern mehr dickere Bündel als die andere hat, außerordentlich gering sein und für die Aussage nicht ins Gewicht fallen.

Bei dem geschilderten Vorgehen ergaben sich für die Mengenbestimmung pro Sektor zwei Zahlen, nämlich die Trockengewichte der rechts- und linksläufigen Fasern. Für die 4 Sektoren einer Bandscheibe waren das 8 Zahlen. Für die Winkelbestimmung erhielten wir bis zu 45 Zahlen pro Bandscheibe. In beiden Fällen wurden die vertikalverlaufenden Fasern des Ligamentum longitudinale anterius und posterius nicht erfaßt.

III Befunde

a) Mengenverhältnisse der rechts-und linksläufigen Bandscheibenfasern.

Vergleicht man das Trockengewicht aller rechtsläufigen Fasern mit dem aller linksläufigen Fasern, so ergibt sich für die rechtsläufigen Fasern 107,5g und für die linksläufigen Fasern 101,7 g.

Die Differenz von 5,53 g (2,7 %) ist recht gering und kann als solche ohne weiteres wohl kaum eine Beweiskraft haben. Eine der Ursachen für die geringe Differenz wird vielleicht darauf zurückzuführen sein, daß rechts- und links-betonte Individuen hier gemeinsam den Durchschnitt ergeben haben.

Trennt man nun diejenigen Fälle, bei denen die rechtsläufigen Fasern überwiegen von denjenigen, bei denen die linksläufigen Fasern stärker vertreten waren, so erhält man bei den Individuen mit überwiegend rechtsläufigen Fasern - es sind 17 Fälle -, ein Durchschnittsmehr von 0,4223 g bei einem durchschnittlichen Fasergewicht von 5,1 g pro Individuum, d.h. hier beträgt das Mehr an rechtsläufigen Fasern etwa 8 %. Die 4 Fälle mit überwiegenden linksläufigen Fasern hatten ein durchschnittliches Mehrgewicht von dieser Richtung mit 0,3 g oder etwa 6 %.

Prüft man nun die Mengenverhältnisse rechts- und linksläufiger Fasern für jede Bandscheibe von allen Individuen zusammen, so ergibt sich, daß bei der ersten Bandscheibe die rechtsläufigen Fasern mit 3,9 %, bei der zweiten mit 1,1 %, bei der dritten mit 4,1 % und 2,8 % bei der vierten überwiegen. (Bei der fünften bestand keine Differenz). Diese Unterschiede sind zu gering, um eine verbindliche Aussage im Sinne gesetzmäßigen Überwiegens einer Faserrichtung zu machen ; außerdem würde eine Deutung der unterschiedlichen Werte in bezug auf die Funktion noch schwer sein.

Zu größeren Unterschieden zwischen rechts und links kommt man, wenn man den rechten und den linken Sektor aller untersuchten Bandscheiben miteinander vergleicht. Hier stellt sich heraus, daß im linken Sektor die rechtsläufigen Fasern gegenüber den linksläufigen mengenmäßig überwiegen und zwar um 23 %. Im rechten Sektor hingegen überwiegen die linksläufigen, wenn auch nur mit 4 %. Dieser Befund an einer räumlichen Darstellung (Abb. 2) betrachtet, macht klar,

daß die linksläufigen Fasern des rechten Sektors und die rechtsläufigen Fasern des linken Sektors eine Richtung haben, welche eine Verschiebung des oberen Wirbels gegenüber dem unteren nach hinten abfängt. Wie eingangs erwähnt, ist diese Richtung als Luxationsrichtung möglich, weil die Gelenkflächen dementsprechend stehen (Abb. 1).

Weitere aus den Wiegungen ablesbare Verhältnisse sind selbstverständlich und banaler Natur, so etwa, daß der dorsale Sektor die geringste Fasermenge, der ventrale Sektor die größte Fasermenge enthält. Das erklärt sich ganz einfach aus der Tatsache, daß der Nucleus pulposus nach dorsal verschoben liegt und damit der Bandscheibenanteil des dorsalen Sektors sehr viel kleiner sein muß als der ventrale. Die Mengen verhalten sich wie 16 : 86. Beim rechten und linken Sektor ist das Mengenverhältnis annähernd gleich und liegt mit etwa 53 g in der Mitte zwischen ventralem und dorsalem Sektor.

b) Die Faserwinkel.

Der Faserwinkel betrug im Gesamtdurchschnitt aller gemessenen Bandscheiben 28,9°, mit einem Maximum von 80° und einem Minimum von 6°. Die Extremwerte von 80° und 6° lagen in der äußersten Schicht und es ist nicht mit Sicherheit auszuschließen, ob es sich dabei nicht um einstrahlende Fasern vom Ligamentum longitudinale oder von den seitlich gelegenen Bändern handelt. Wenn wir von den eben angeführten Extremwerten absehen, kann man sagen, daß als Minimalwert regulärer Bandscheibenfasern 12° und Maximalwert regulärer Bandscheibenfasern 55° gelten mag.

Die Faserdurchschnitte der einzelnen Individuen schwanken von einem Minimum mit 21° bis zu einem Maximum von 38°. Werden die Durchschnittswinkel rechts- und linkslaufender Fasern aller einzelnen Bandscheiben LI bis LV verglichen, so ist ein Minimum von 27,3° bei LV und ein Maximum bei L II mit 30,6° zu verzeichnen. Hervorzuheben

wäre, daß die Werte von LI und LIII mit 29,4° keine nennenswerte Abweichung zeigen, gegenüber denen von LIV und LV (28,2° u. 27,3°) jedoch etwas höher liegen. Die etwaige Annahme, daß die Winkel von oben nach unten stetig zu-oder abnehmen, bestätigt sich nicht.

Vergleichen wir die Durchschnitte der Faserwinkel in den einzelnen Sektoren, ohne dabei rechts-und linksläufige Fasern zu trennen, so ergibt sich, daß der dorsale Sektor mit 31,7° den größeren Winkel aufweist, während der rechte Sektor mit 28,0° den kleinsten Winkel enthält. Der ventrale Sektor hatte einen durchschnittlichen Faserwinkel von 28,2° und der linke Sektor 29,1°. Ventraler, rechter und linker Sektor zeigen unter sich also keine nennenswerte Abweichung. Die Unterschiede zwischen den Winkeln des ventralen und dorsalen Sektors werden sich aufklären, wenn wir die Werte für den Außenbereich und den Innenbereich eines Sektors miteinander vergleichen. Das soll weiter unten geschehen.

Wenn wir den Durchschnittswinkel der rechts- und linksläufigen Fasern getrennt für die einzelnen Sektoren anführen und miteinander vergleichen, so fällt vor allem auf, daß im linken und rechten Sektor die Faserwinkelverhältnisse sich gegensätzlich verhalten, d.h. im rechten Sektor haben die linksläufigen Fasern einen kleineren Durchschnittswinkel als die rechtsläufigen Fasern, nämlich 23,9° im Gegensatz zu 33°. Gleichzeitig sind im linken Sektor die rechtsläufigen Fasern diejenigen mit dem kleineren Winkel gegenüber den linksläufigen, nämlich 26,8° zu 31,3°.

Zieht man zur Deutung dieses Befundes wieder die Abb. 2 heran, so ergibt sich, daß die Fasern die eine Luxation des nächst höheren Wirbels nach dorsal verhindern, den flacheren Durchschnittswinkel haben. Die Luxation nach hinten wäre von der Stellung der Gelenkflächen (Abb. 1) allein her gesehen möglich , wird aber u.a. hauptsächlich durch die Bandscheiben verhindert. Wenn nun, wie dargestellt, im linken Sektor die rechtsläufigen Fasern und im rechten Sektor

die linksläufigen Fasern flacher verlaufen, so bedeutet dies, daß sie für die Verhinderung der genannten Luxation günstig ausgerichtet sind.

Nun sind allerdings unsere Befunde Durchschnittswerte aus vielen Einzelangaben, die sich aus verschiedenem Material zusammensetzen, d.h., daß in einzelnen Fällen auch einmal die Werte anders liegen könnten, als dem Gesamtdurchschnitt entspricht. Im einzelnen aufgegliedert, haben wir im rechten Sektor den kleineren Winkel 197 mal bei linksläufigen Fasern und nur 36 mal bei den rechtsläufigen Fasern. Im linken Sektor hatten die den Dorsalschub abfangenden rechtsläufigen Fasern 176 mal, den kleineren Winkel und die linksläufigen Fasern 71 mal. Das bedeutet, daß keine ganz strenge Korrelation zwischen Faserrichtung und Winkel besteht. Wer aber viele Bandscheiben untersucht hat, weiß sehr wohl, wie häufig gerade bei den Bandscheiben Degenerationserscheinungen, und das nicht nur im Greisenalter, vorkommen. Und es würde nicht wundernehmen, wenn die Abweichungen auf Degenerationserscheinungen zurückzuführen sind.

Vergleicht man die Faserwinkel der Außenzone des Anulus fibrosus mit denen der Innenzone, so ergibt sich, daß in der Regel die Innenzone einen größeren Winkel als die Außenzone aufweist. Und zwar ist bei 75 % der Bandscheiben der Faserwinkel der Innenzone größer als derjenige der Außenzone. In 3 % sind die Faserwinkel innen und außen gleich und bei 22 % der untersuchten Wirbelsäulen haben die Fasern der Innenzone einen kleineren Winkel als die der Außenzone.

Der statistisch häufigere kleine Winkel in der Außenzone läßt sich aus der Funktion verständlich machen: Man kann annehmen, daß die Achsen für die Bewegungen benachbarter Wirbelkörper durch den Nucleus pulposus gehen. Bezogen auf Vor- und Rückneigung, sowohl wie auch auf Rechts- und Linksneigung heißt das, daß bei der hier nötigen Kippung des einen Wirbels gegen den andern, die achsennahen

Punkte benachbarter Deckplatten geringere Distanzveränderung zueinander erfahren, als die in größerer Entfernung gelegenen korrespondierenden Punkte benachbarter Deckplatten. Wenn daher die peripher gelegenen Fasern mit flacherem Winkel in die Deckplatten einstrahlen, so geben sie eher Raum für eine Entfernung beider Wirbelkörper voneinander, als steilverlaufende Fasern. In der Nähe des Nucleus pulposus ist die Distanzveränderung benachbarter Basalplatten nicht so stark. Hier können die Fasern infolgedessen steil verlaufen.

Wenn man in diesem Zusammenhang berücksichtigt, daß der Nucleus pulposus weiter dorsal liegt, als der Mitte der Bandscheibe entspricht und deswegen der dorsale Sektor schmäler sein muß als der ventrale, so wird in dem augenblicklichen Zusammenhang mit dem Faserwinkel auch klar, daß der dorsale Sektor einen größeren durchschnittlichen Faserwinkel haben kann, als der ventrale Sektor ; denn der ventrale Sektor hat Bandscheibenanteile, die sehr viel weiter weg vom Zentrum des Nucleus pulposus und damit der angenommenen Achse gelegen sind, als sie bei dem dorsalen Sektor wegen seiner geringeren sagittalen Ausdehnung überhaupt liegen können.

Jedoch auch dieser Befund ist nicht ohne Ausnahme. Um die begrenzte Gesetzmäßigkeit, mit der er gilt, festzulegen, wurde ein Index aufgestellt, bei dem der Durchschnitt der Faserwinkel im ventralen Sektor über dem Bruchstrich und der durchschnittliche Faserwinkel des dorsalen Sektors unter dem Bruchstrich stand. Ist der Index kleiner als eins, so bedeutet das, daß der durchschnittliche Winkel der dorsalen Sektoren größer ist als der der ventralen und umgekehrt. Bei diesem Vorgehen hatten wir einen Index, der kleiner als eins war bei 17 Fällen und nur in 4 Fällen war der Index größer als eins. Das bedeutet, daß der erwartete Befund in 81 % der Fälle zutraf und in 19 % der Erwartung widersprach.

Gesamtgewicht : 210.1736 g.

LI : 46.1231g	Ventr. Sektor :	18.4884 g = Li. 8.9355 g,	Re. 9.5529 g.
	Dorsal. "	3.6369 g = Li. 2.0236 g,	Re. 1.6133 g.
	Rechter "	11.9011 g = Li. 6.1845 g,	Re. 5.7166 g.
	Linker "	12.0967 g = Li. 5.0199 g,	Re. 7.0768 g.
LII : 47.5130g	Ventr. Sektor :	17.2033 g = Li. 8.3504 g,	Re. 8.8529 g.
	Dorsal. "	4.9130 g = Li. 2.7904 g,	Re. 2.1226 g.
	Rechter "	12.1912 g = Li. 6.9026 g,	Re. 5.2886 g.
	Linker "	13.2055 g = Li. 5.4400 g,	Re. 7.7655 g.
LIII: 48.0730g	Ventr. Sektor :	18.2361 g = Li. 8.6700 g,	Re. 9.5661 g.
	Dorsal. "	4.5964 g = Li. 2.2483 g,	Re. 2.3481 g.
	Rechter "	13.4500 g = Li. 6.7190 g,	Re. 6.7310 g.
	Linker "	11.7905 g = Li. 5.4338 g,	Re. 6.3568 g.
LIV: 42.2644g	Ventr. Sektor:	19.3640 g = Li. 9.4437 g,	Re. 9.9203 g.
	Dorsal. "	1.8567 g = Li. 1.0488 g,	Re. 0.8079 g.
	Rechter "	10.4673 g = Li. 4.8177 g,	Re. 5.6496 g.
	Linker "	10.5764 g = Li. 5.2381 g,	Re. 5.3383 g.
LV: 26.2001 g	Ventr. Sektor:	13.9121 g = Li. 6.9094 g,	Re. 7.0027 g.
	Dorsal. "	0.6713 g = Li. 0.2431 g,	Re. 0.4282 g.
	Rechter "	6.5554 g = Li. 3.5028 g,	Re. 3.0526 g.
	Linker "	5.0613 g = Li. 2.4524 g,	Re. 2.6089 g.

Trockengewichte der rechts- und linksläufigen Fasern in Gramm.

Faser-Winkel- Durchschnitte in Grad (22 Fälle)

1.) Gesamtdurchschnitt aller rechts- und linksläufigen Fasern :28,9°

2.) Gesamtdurchschnitt aller rechts- und linksläufigen Fasern in

F	I	38,4°	F	XII	31,5°
F	II	29,5°	F	XIII	31,1°
F	III	30,4°	F	XIV	32,1°
F	IV	28,3°	F	XV	30,7°
F	V	24,9°	F	XVI	25,9°
F	VI	27,5°	F	XVII	29,3°
F	VII	31,0°	F	XVIII	26,3°
F	VIII	30,1°	F	XIX	26,4°
F	IX	32,8°	F	XX	29,6°
F	X	27,7°	F	XXI	31,0°
F	XI	21,3°	F	XXII	29,3°

3.) Gesamtdurchschnitt aller rechts- und linksläufigen Fasern einzelner Bandscheiben in

L I	29,4°
L II	30,6°
L III	29,4°
L IV	28,2°
L V	27,3°

4.) Faserwinkel- Durchschnitte einzelner Sektoren :

	Ventraler Sektor	Dorsaler Sektor	Rechter Sektor	Linker Sektor
FI	35,9°	44,2°	35,5°	39,1°
FII	30,9°	30,5°	25,7°	31,5°
FIII	28,5°	34,0°	30,2°	28,9°
FIV	27,5°	29,2°	29,7°	27,4°
FV	24,7°	29,0°	22,1°	23,9°
FVI	24,2°	30,4°	27,3°	28,3°
FVII	31,2°	35,5°	28,3°	28,5°
FVIII	28,5°	31,0°	30,4°	31,1°
FIX	30,7°	32,8°	33,9°	33,2°
FX	30,6°	29,8°	25,3°	25,8°
FXI	20,0°	29,1°	18,0°	18,4°
FXII	28,9°	25,4°	34,7°	33,0°
FXIII	31,8°	33,1°	29,7°	30,0°
FXIV	32,1°	-	-	-
FXV	28,8°	37,0°	28,0°	28,9°
FXVI	22,3°	31,5°	21,2°	28,7°
FXVII	26,7°	28,8°	31,5°	30,4°
FXVIII	25,1°	28,4°	24,7°	27,0°
	28,2°	31,7°	28,0°	29,1°

Zusammenfassung

An 22 dem Praepariersaal entstammenden Lendenwirbelsäulen im Alter von 28 bis 75 Jahren wurden die Bandscheiben auf ihren Faserverlauf quantitativ untersucht. Dabei wurden die Mengenverhältnisse rechts- und linksläufiger Fasern geprüft und ihr jeweiliger Winkel zur unteren Deckplatte gemessen.

Das Gesamtgewicht aller praeparierten rechtsläufigen Fasern betrug 107,5 g, aller linksläufigen Fasern 101,7 g. Bei 17 Individuen überwogen die rechtsläufigen Fasern mit einem Durchschnittsmehr von 0,4223 und einem durchschnittlichen Fasergewicht von 5,1 g. Bei 4 Fällen überwogen die linksläufigen Fasern mit einem Mehrgewicht von 0,3 g.

Vergleicht man die Fasermengen rechtsläufiger und linksläufiger Gruppen im linken und rechten Sektor getrennt, so haben im linken Sektor die rechtsläufigen Fasern ein Übergewicht von 23 %, im rechten Sektor die linksläufigen Fasern ein Übergewicht von 4 %. Dieser Befund kann im Zusammenhang mit den Gelenkflächenstellungen und der möglichen Luxationsrichtung gesehen werden. Die Gelenkflächen lassen eine Verschiebung des oberen Winkels nach hinten, nicht aber nach vorne zu.

Alle 4 Sektoren zusammengenommen ergaben bei den einzelnen Bandscheiben folgende Verhältnisse: Bei LI sind beide Richtungen annähernd gleich stark vertreten, bei L II überwiegen die linksläufigen, bei L III,IV und V die rechtsläufigen Fasern. Eine funktionelle Deutung dieses Befundes ist vor der Hand noch schwer.

Die Messung der Faserwinkel ergab einen Gesamtdurchschnitt von 29°, die regulären Bandscheibenfasern haben Extremwerte von 12 und 55°, bei den einzelnen Individuen schwanken die Winkeldurchschnitte von 21 bis 38°.

Im einzelnen war der durchschnittliche Faserwinkel bei 81 % der Bandscheiben im dorsalen Sektor besser als im

ventralen Sektor, bei 19 % ergab sich ein umgekehrtes Verhältnis. Der größere Winkel im dorsalen Sektor ist aus der größeren Achsennähe dieser Fasern erklärbar.

Rechts- und linksläufige Fasern getrennt auf ihren Winkel untersucht, ergeben für den rechten Sektor, daß hier die linksläufigen Fasern den kleineren Durchschnittswinkel gegenüber den rechtsläufigen Fasern haben, wohingegen im linken Sektor die rechtsläufigen Fasern mit einem kleineren Winkel einstrahlen. Dieser Befund deckt sich mit den Verhältnissen der Mengenverhältnisse links- und rechtsläufiger Fasern. Die Fasern mit flacherem Einstrahlungswinkel sind geeignet, die mögliche Luxation des nächsthöheren ~~Winkel~~Wirbels nach dorsal besser zu verhindern als steiler verlaufende Fasern. Dieser Befund traf in 78 % der untersuchten Bandscheiben zu, 22 % bildeten eine Ausnahme.

In 75 % der geprüften Sektoren ist der Faserwinkel der Innenzone größer als der Faserwinkel der Außenzone. In 3 % waren die Faserwinkel innen und außen gleich, bei 22 % lag eine Ausnahme vor. Steiler verlaufende Fasern lassen eine geringere Entfernung benachbarter Deckplattenteile zu als schrägverlaufende Fasern. Je weiter die Fasern von der Achse, die im Nucl. pulposus angenommen wird, entfernt sind, um so stärker ist die Entfernung der übereinander liegenden Deckplattenpunkte. Die hier schräger verlaufenden Fasern gestatten diese stärkere Entfernung.

Literatur

Aeby, Chr. — Der Bau des menschlichen Körpers, Leipzig, Verlag F.C.W. Vogel, 1871.

Arnold, F. — Handbuch der Anatomie des Menschen, Freiburg, Herdersche Verlagshandlung, 1845.

Feigel, J. Th. A. — Vollständiges Lehrbuch der Anatomie auf ihrem jetzigen Standpünkte, Würzburg, im Verlag des Verfassers, 1837.

Fick, R. — Handbuch der Anatomie, II.1.I. Anatomie und Mechanik der Gelenke, Erster Teil : Anatomie der Gelenke, Jena. Verl. v. G. Fischer, 1904.

Hermann Mayer, G. — Lehrbuch d. physiologischen Anatomie des Menschen, Leipzig. Verlag v. Wilh. Engelmann, 1856.

Hollinshead, W. H. — Anatomy for surgeons : Vol. 3, New York, Hoeber-Harper, 1958.

Hyrtl, J. — Lehrbuch der Anatomie des Menschen, 5. Aufl., Wien, Braunmüller, 1857.

Hyrtl, J. — Lehrbuch der Anatomie des Menschen, 17. Aufl.

Töndury, G. — Bewegungsapparat : in Rauber-Kopsch, Lehrbuch und Atlas der Anatomie des Menschen. 20. Aufl., Stgt,, G. Thieme-Verlag, 1968.

Töndury, G. — Entwicklungsgeschichte und Fehlbildungen der Wirbelsäule, Stgt., Hippokrates-Verlag, 1958.

Waldeyer, A. — Anatomie des Menschen, 4. Aufl., Berlin. Walter de Cruyter & Co., 1962.

Hoppe-Seyler/Thinfelder, Handbuch der physiologisch- und pathologisch-chemischen Analyse, 10. Aufl. Bd. III/I Bausteine des Körpers I, Springer, 1955.

Paturet, G. — Trite Deanatomie Humaine, Tome I. Osteologie, Arthrologie-Myologie, Paris. Masson et Cie, 1951.

Lebenslauf

Als Sohn des Isfahaner Landwirtes Yusuf Rahimi und seiner Frau Schoukat Hawakeschian wurde ich, Haidar Rahimi, am 31.7.37 in Isfahan/Iran geboren.

Die Volksschule Iran und die Oberschule Saadi besuchte ich in Isfahan, wo ich 1956 das Abitur bestand.

1957 fing ich mit dem Medizin-Studium an der Medizinischen Fakultät Gundi-Schapoor zu Ahwaz an und brachte das vorklinische Studium zu Ende.

Als Stipendiat des Deutschen Akademischen Austauschdienstes kam ich 1961 nach Deutschland. Hier setzte ich, nach zwei Sprachkursen am Goethe-Institut in Rothenburg ob der Tauber, meine klinischen Semester an der Medizinischen Fakultät der Universität Tübingen fort.

Im September 1965 legte ich mein Medizinisches Staatsexamen in Tübingen ab.